

MINIRAPPORT NISSUM FJORD

Beskrivelse af udviklingstendenser
for næringsstoffer og klorofyl

Maj 2022 UDCAST



MINIRAPPORT NISSUM FJORD

Er udgivet af

SEGES Innovation P/S

Agro Food Park 15

8200 Aarhus N

+45 87 40 5000

seges.dk

UDARBEJDET AF

Planter & Miljø, SEGES Innovation

UDARBEJDET FOR

Holstebro Struer Landboforening

Herning Ikast Landboforening

Familielandbruget Vest Jylland

REDAKTØR

Flemming Gertz, Chefkonsulent

FORFATTERE

Flemming Gertz, Chefkonsulent

Line Kolding Thostrup, Miljøkonsulent

FORSIDEFOTO

Colourbox

Resumé

Nissum Fjord er en vestjysk lagunefjord med åbning til Vesterhavet via en sluse ved Thorsminde, som blev taget i brug i 1931. Fjorden er ca. 65 km² og består af tre bassiner med en maksdybde på 2-2,5 m og få steder ca. 3 m. Mellem de tre bassiner er en snæver passage som betyder, at saltholdigheden er forskellig det meste af året i de tre delområder. Slusen spiller en stor rolle for miljøtilstanden i fjorden og styrer vandudskiftningen med Vesterhavet. Styring af slusen er vigtig fordi høje udsving i saltholdighed stresser dyr og planter og endvidere kan indslusningen af tungere saltvand fra Vesterhavet føre til iltvind og frigivelse af næringsstoffer fra sedimentet. Styring af slusen og den fastsatte slusepraksis er derfor vigtig for miljøtilstanden. Vandets opholdstid i fjorden er beregnet til almindeligvis ca. 20 dage i vintermånederne, og stigende i løbet af foråret til omkring 40 dage midt på sommeren, dette betyder at vinterens nitrat bliver skyllet ud af fjorden inden det bliver sommer, mens dette ikke i samme omfang er tilfældet for fosfor og organisk bundet kvælstof, som i højere grad tilføres som partikler og derfor sedimenterer i fjorden og kan bidrage til algevækst om sommeren.

Miljøtilstanden er blevet forbedret meget siden 1980'erne, hvor der var fra meget høje niveauer af planktonalger i fjorden. Forbedringen er sket som følge af næringsstofreduktioner fra oplandet. I Felsted Kog og Mellemfjord er forbedringen drevet af reduktioner i fosfortilførslen, mens det i Yderfjord er en kombination af mindsket tilførsel af fosfor og kvælstof, som har ført til forbedringer. Vandtilførslen til Felsted Kog er i forhold til andre danske fjorde meget stor, og på trods af relativt lave nitratkoncentrationer i Storåen, vil kvælstof ikke kunne blive begrænsende for væksten af alger i Felsted Kog, pga. af de store tilførte vandmængder. Yderligere kvælstofreduktioner vil måske kunne påvirke Mellemfjord positivt, og i Yderfjorden vil kvælstofreduktioner bidrage til den kvælstofbegrænsning som allerede eksisterer, og derved mindske væksten af alger. Yderligere reduktion af fosfor vil kunne forbedre tilstanden i alle dele af fjorden, men der vil formentligt være ca. 10 års forsinkelse mellem fosforreduktioner og den fulde miljøeffekt.

Hele fjorden er i vandområdeplaner 2021-2027 (VP3) karakteriseret som "dårlig" både hvad angår bundplanter og klorofyl (proxy for planktonalger), men er i "god" tilstand hvad angår bundfauna. I forrige vandområdeplaner 2015-2021 (VP2) var billedet helt anderledes. Her var Yderfjorden karakteriseret som værende i "høj" tilstand, hvad angår klorofyl og resten værende i ringe tilstand. I VP2 var bundplanter i "ringe" tilstand i Yderfjorden (ikke målsat i resten af fjorden, og bundfaunaen var i moderat tilstand. Disse ændringer fx at klorofyl går fra bedste kategori "høj" til laveste kategori "dårlig" i Yderfjorden fra VP2 til VP3 dækker ikke over reelle forringelser i miljøtilstanden. Fjorden er ikke kommet i ringere tilstand siden VP2, men der er nærmere en status quo eller måske svage forbedringer. Det som har ændret vurderingen i vandområdeplanerne fra VP2 til VP3 er ændring af målstregen. Klorofyl skulle i VP2 nå et mål på 8 µg/l og nu skal det være mellem 2,4 og 4,7 µg/l. Tilsvarende er målet for bundplanternes dybdegrænse øget fra 2 m til mellem 4 og 4,3 m. I forhold andre tilsvarende vandområder fx Halkjær Bredning og Hjarbæk Fjord er målene for Nissum Fjord meget svære at opnå og det er SEGES vurdering, at målenes fastsættelse er for teoretiske og baserede på modeller, der mangler reel viden om området, idet bl.a. målet for bundplanternes dybdegrænse overstiger vanddybden i fjorden. Foruden styring af slusen og

reduktion af næringsstoffer fra oplandet, kan især aktiv hjælp til reetablering af bundvegetationen være til stor gavn for miljøtilstanden. Storskala udplantning af bundplanter eller såning vil medvirke til en positiv spiral hen imod en bedre tilstand, fordi bundplanter effektivt binder næringsstoffer og fjerner partikler i vandet, dæmper bølgepåvirkning og øvrigt er helt afgørende vigtige som fødegrundlag for fugle og andre dyr. Grundet de store lavvande områder i fjorden er der stort potentiale for udbredt plantedække som vil gavne miljøtilstanden og de dyr som lever i og omkring fjorden. Det vil samtidig være en vigtig faktor i forhold til at leve op til de internationale forpligtelser i Fulgebekskyttelsesdirektivet, Habitatdirektivet mv.

Anbefalinger

Det anbefales at sigte efter en miljøtilstand, hvor der er udbredt bundvegetation i størstedelen af fjorden. Når først bundvegetationen er etableret vil dette i sig selv medføre lavere klorofylindhold og mere klart vand. Dog må man nøjere overveje et realistisk mål for Felsted Kog pga. den meget store vandafstrømning til et meget lille vandvolumen. For at opnå udbredt vegetation i fjorden skal man have fokus på 3 faktorer i følgende rækkefølge: Styring af slusen, aktiv hjælp til reetablering af bundplanter og reduktion af næringsstoffer fra oplandet. Styring af slusen skal ske, så udsving i saltholdighed mellem sommer og vinter minimeres mest muligt. En saltholdighed, som man havde i 1950'erne, vil understøtte udbredt ålegræs i Yderfjord og det vil være ved en saltholdighed, som om sommeren ligger i det nedre interval af den nuværende slusepraksis på 12-20 promille for Yderfjorden maj-september. Derudover anbefales, det at undersøge mulighederne for at hæve vintersaltholdigheden. Dette vil formentligt kræve investeringer i vedligeholdelse ved slusen og evt. kompensation for vådere arealer langs fjorden pga. højere vintervandstand. Det anbefales også at undersøge mulighederne for alternativt at anvende en pumpe i vinterhalvåret.

Når styringen af slusen er maksimeret mest muligt med henblik på stabil saltholdighed og med henblik på at undgå iltsvind, så anbefales det at lave storskala reetablering af bundplanter.

Forbedringer af miljøtilstanden ved næringsstofreduktioner vil formentligt fortsat være nødvendige, men omfanget af reduktioner må anbefales at være bestemt af, hvorvidt bundplanterne kan forøges i areal pga. evt. problemer med trådalger og andre algebelægninger. Det anbefales derfor, at der monitoreres specifikt efter trådalger, algebelægninger mv. Såfremt undersøgelser viser, at der er behov for næringsstofreduktioner for at undgå trådalger mv., så anbefales det at fokusere indsatsen på fosforreduktioner hele året. Reduktion af fosfor har været den drivende faktor for miljøforbedringer i hele fjorden. Reduktion af nitrat skal fokuseres til reduktioner i sommerhalvåret, da reduktioner i vinterhalvåret ikke vil gavne fjorden pga. den korte opholdstid. Reduktion af organisk stof og organisk bundet kvælstof hele året vil ligeledes gavne miljøtilstanden i fjorden.

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	7
1.1	Databehandling	7
2	HYDROGRAFI	11
3	MILJØTILSTAND NISSUM FJORD	15
4	MILJØTILSTAND station 91240001	19
5	MILJØTILSTAND station 91240002	21
6	MILJØTILSTAND station 91240003	23
7	DISKUSSION	25
8	REFERENCER	29

1.1 Databehandling

Rapporten bygger på data fra ODA-databasen (Overfladevandsdatabasen), som indeholder data indsamlet i NOVANA-programmet. I rapporten fokuseret på stationer med lange tidsserier i hvert område af Nisum Fjord. Derfor er stationerne 91240001 (Ydre fjord), 91240002 (Mellem fjord) og 91240003 (Felsted Kog) udvalgt til vurdering af udviklingen i miljøtilstanden i fjorden. Se placering af stationerne i (Figur 1.1).

Udviklingen i næringsstoffer, klorofyl, salinitet og sigtdybde præsenteres for alle tre stationer. For station 91240001 (st. 01) i perioden 1983-1997, 2008 og 2017-2019, for station 91240002 (st. 02) i perioden 1983-2020 og for station 91240003 (st. 03) i perioden 1983-2007, 2010 og 2017-2020.

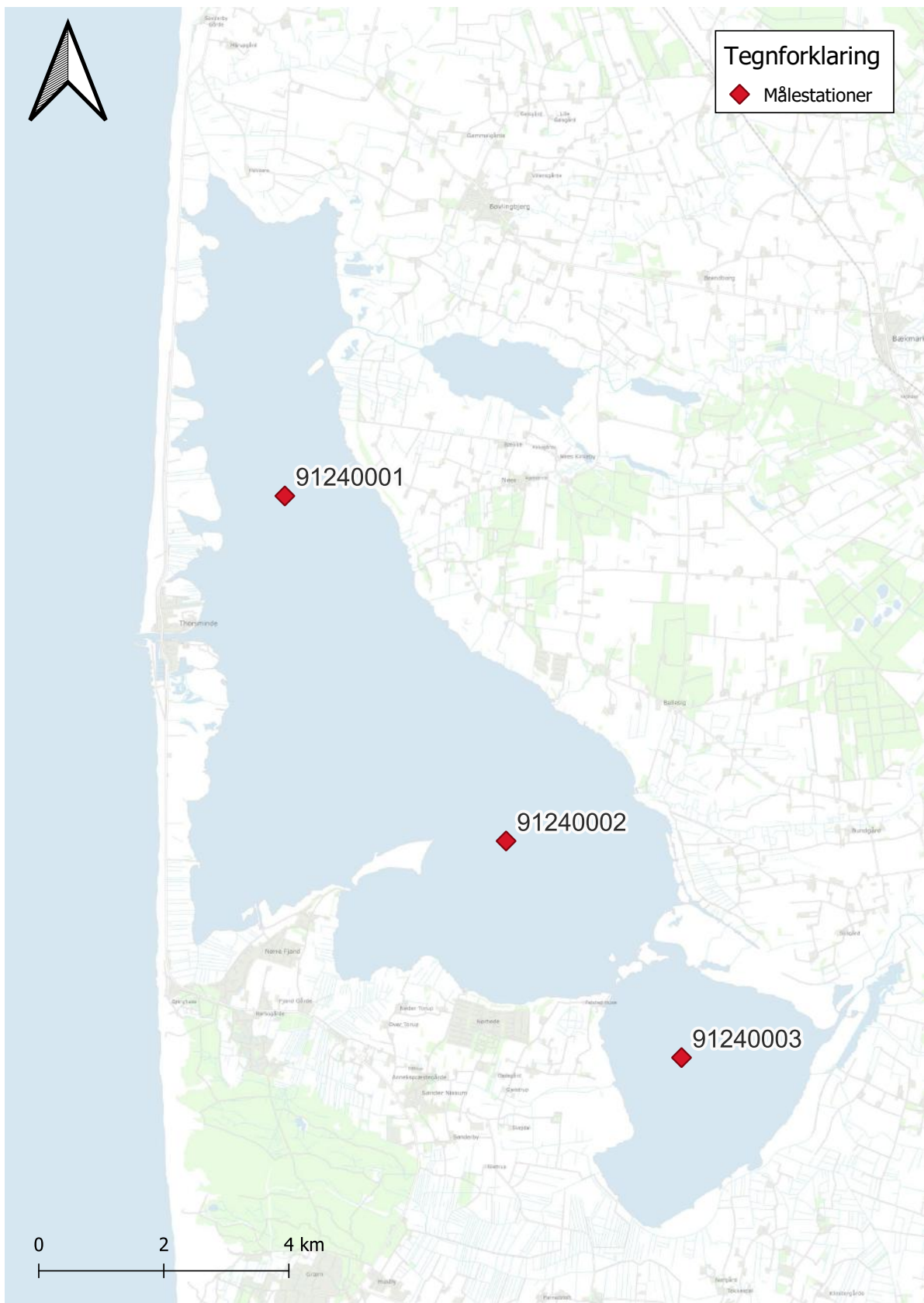
I dataanalysen for Nisum Fjord er der inkluderet prøvetagninger af næringsstoffer og klorofyl i hele vandsøjlen, da Nisum Fjord er en lavvandet fjord. Se fordelingen af prøvetagninger pr. dag i Figur 1.2).

Data for alle tre stationer præsenteres som månedsudviklingen hen over året som et gennemsnit af flere år. Yderligere vises data, som den gennemsnitlige årlige udvikling for sommer- og vinterperioder, som henholdsvis indbefatter månederne maj-september og november-januar. Vintergennemsnittet udregnes pr. agrohydrologisk år (1/4-31/3) og sikrer, at gennemsnittet fra to følgende år er afhængige omkring årsskiftet.

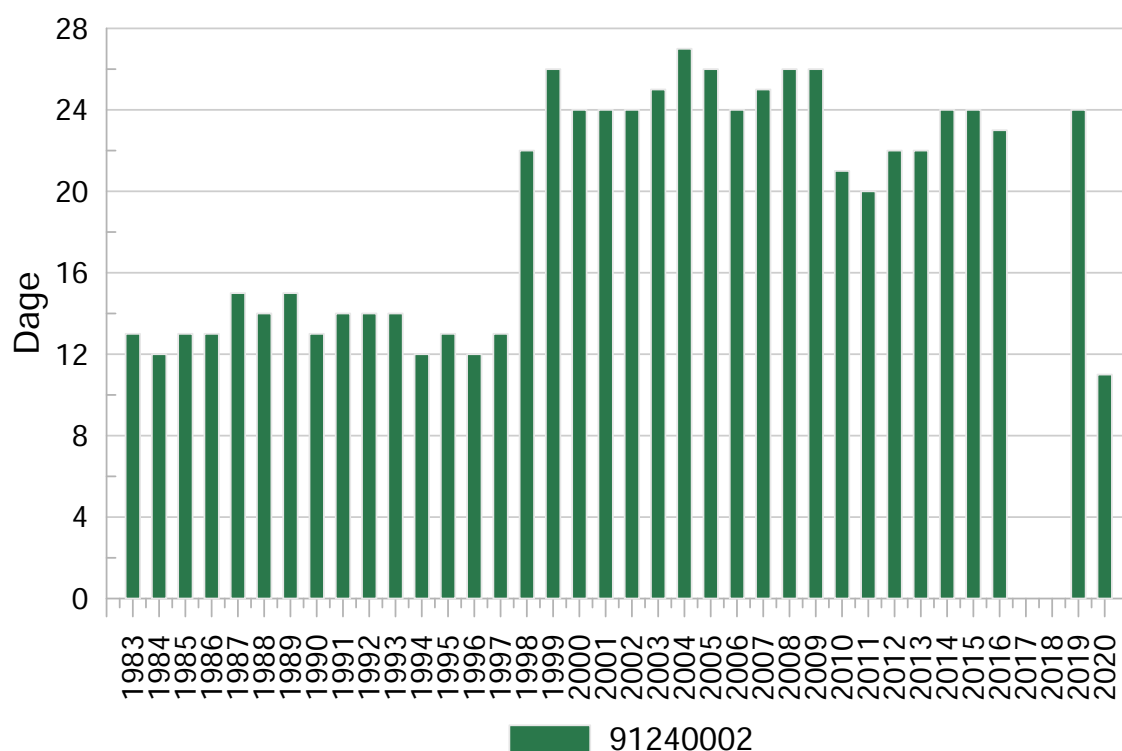
De mest centrale udviklinger for Nisum Fjord præsenteres i rapporten, mens disse samt øvrige assistende grafer findes i tilhørende bilag.

For klorofyl (proxy for planktonalger) er der tilføjet miljømål for alle tre stationer jf. mål i vandområdeplanerne VP3 (Timmermann, 2021), hvilket angiver grænseværdien for en god/moderat økologisk tilstand. Miljømålet for koncentrationen af sommerklorofyl (maj-sep) er 2,5 µg/l for station 91240001, 2,4 µg/l for station 91240002 og 4,7 µg/l for station 91240003.

Væksten af planktonalger begrænses blandt andet af næringsstoffer. En grænseværdi for hvornår kvælstof og fosfor er begrænsende for algevækst, er fastsat af Aarhus Universitet, men skal udelukkende ses som en vejledende tommelfingerregel. Grænseværdien for hvornår det let plantetilgængelige opløste uorganiske kvælstof, "Dissolved Inorganic Nitrogen" (DIN), som er de summerede værdier af nitrat+nitrit-N og ammonium+ammoniak-N, er begrænsende for algevækst, er sat til 28 µg/L. Den vejledende grænseværdi for, hvornår fosfor (orthofosfat-P) er begrænsende for planktonalgevækst er sat til 6,2 µg/L (Carstensen, 2021).



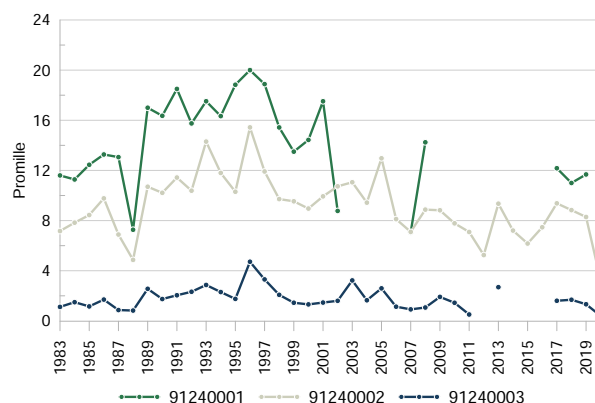
Figur 1.1 Placeringen af målestationerne i Nissum Fjord.



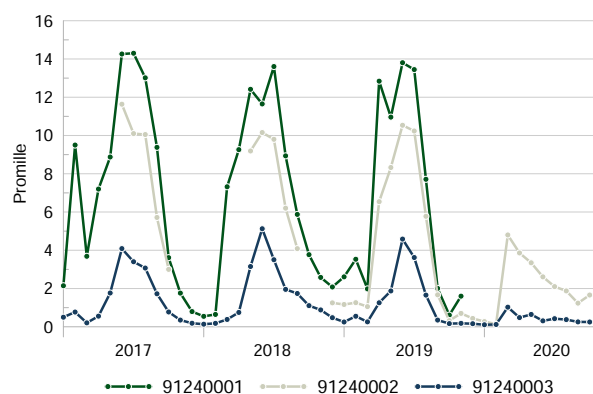
Figur 1.2 Prøvetagningsfrekvens for station 91240002 for klorofyl og næringsstoffer opgjort som antal dage med målinger pr. år. Stationerne 91240001 og 91240003 følger samme frekvens, men uden data i årene 1998-2016 for st. 01 og uden data i årene 2008-2016 for st. 02.

Nissum Fjord er en vestjysk lagunefjord med åbning til Vesterhavet via en sluse ved Thorsminde, som blev taget i brug i 1931. Fjorden er ca. 65 km² og består af tre bassiner med en maksdybde på 2-2,5 m og få steder ca. 3 m. Mellem de tre bassiner er en snæver passage som betyder, at saltholdigheden er forskellig det meste af året i de tre delområder. Yderfjord har direkte kontakt med slusen, og har den højeste saltholdighed. Saltholdigheden falder til Mellemfjord og er lavest i Felsted Kog (Figur 2.1), som har det største opland via Storåen på 1100 km², hvilket udgør 70 % af oplandet til fjorden. Vandudvekslingen med Vesterhavet styres efter en "slusepraksis" (se faktabox) som fastsættes i Sluseudvalget. Saltholdigheden i fjorden er karakteriseret ved betydelige svingninger mellem sommer- og vinterhalvåret (Figur 2.2). I vinterhalvåret er der store afstrømninger af vand fra oplandet, og kombineret med, at vandstanden i Vesterhavet generelt er forhøjet om vinteren pga. fremherskende vestenvind, så stiger vandstanden i fjorden og prioriteringen bliver at lukke vand ud af fjorden, hvilket fører til lavere saltholdighed. Det er således fysisk umuligt at undgå, at saltholdigheden falder i vinterhalvåret. De kraftigste svingninger kan nemmest undgås ved at minimere sommerens saltholdighed, hvilket ser ud til at være sket siden omkring 2007 i forhold til en række af de forgående år (Figur 2.1). Det er lidt sværere at hæve saltholdigheden om vinteren, men mere om dette under diskussion i kap. 7

Vandets opholdstid i fjorden er særskilt beregnet (Nielsen 2022) og er almindeligvis ca. 20 dage i vintermånederne, og stigende i løbet af foråret til omkring 40 dage midt på sommeren.



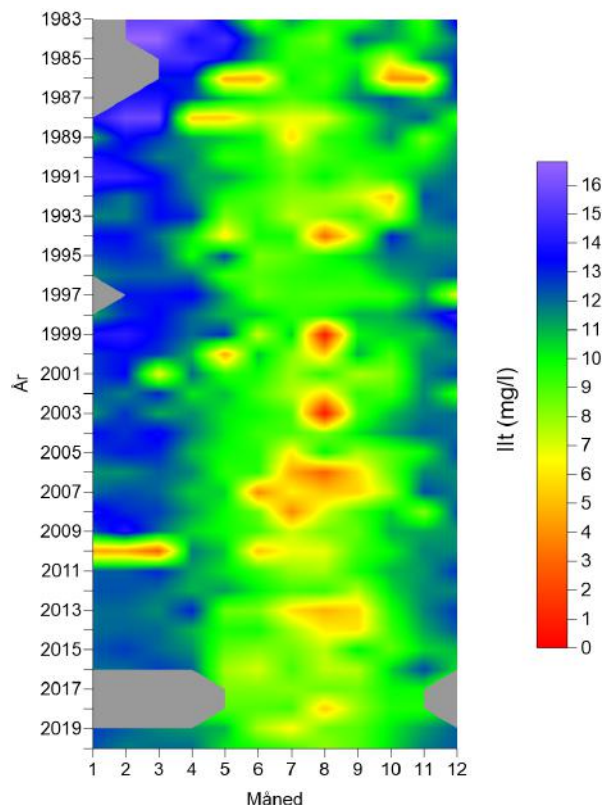
Figur 2.1 Sommergennemsnit af saltholdigheden (promille) pr. år for de øverste målinger i vandsøjlen for stationerne 91240001, 91240002 og 91240003.



Figur 2.2 Sæsonudsving i saltholdigheden (promille) pr. år for de øverste målinger i vandsøjlen for stationerne 91240001, 91240002 og 91240003 i perioden 2017-2020.

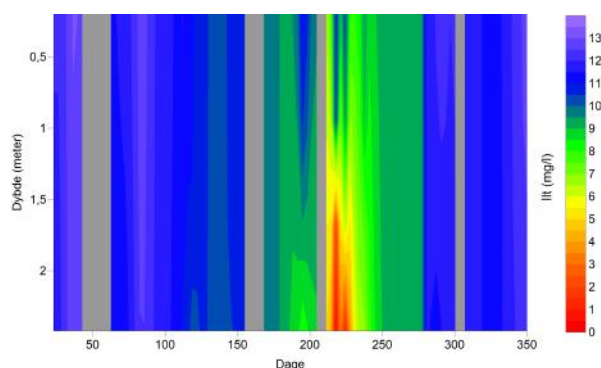
Indslusning af vand med højere saltholdighed, og dermed tungere vand, fra Vesterhavet fører til lagdeling af vandsøjlen. Vandet fra Vesterhavet breder sig i første omgang ind i Yderfjorden som et lag langs bunden. Da fjorden er lavvandet, brydes lagdelingen af vindens påvirkning og hele vandsøjlen blandes. I stille perioder kan der opstå iltsvind i det nedre lag. Dette er typisk et problem i sommerhalvåret, hvor vindenergien er mindre, men der kan også opstå iltsvind i vintre med isdække, som det

ses i fx. de første tre måneder af 2010 (Figur 2.3). Strategier for at undgå iltsvind om sommeren drøftes yderligere i kap. 7.

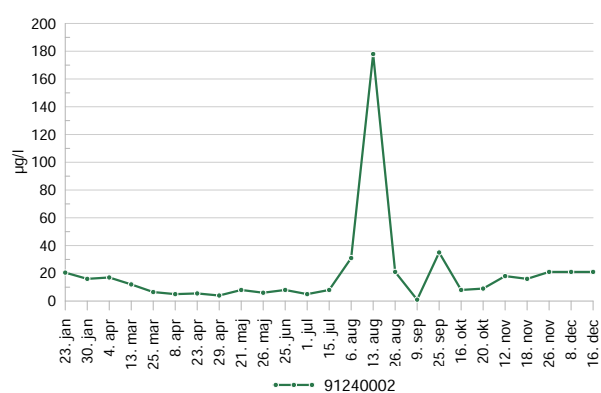


Figur 2.3 Isoplet af den årlige iltkoncentration (mg/l) som den dybeste måling fordelt på pr. måned for station 91240002 for årene 1983-2020. De grå zoner er manglende data.

Iltsvind er problematiske for dyr og planter, men forstærker samtidig næringsstofpåvirkningen, da der sker en frigivelse af fosfat og kvælstof fra sedimentet under iltsvind. Et eksempel på dette er i 2003, hvor der i august måned var udpræget iltsvind i Mellem Fjord med iltniveau på under 1 mg/l i den nederste 2/3 af vandsøjlen (Figur 2.4). Som konsekvens af iltsvindet kunne der registreres et meget højt niveau af orthofosfat i vandsøjlen på 180 µg/l og dermed ca. 30-40 gange niveauet i de forgående måneder (Figur 2.5).



Figur 2.4 Isoplet af iltkoncentrationen (mg/l) i 2003, på baggrund af profilmålinger af ilt gennem 2003 for station 91240002. De grå zoner er manglende data.



Figur 2.5 Orthofosfat-P-koncentrationen (µg/l) i 2003 for station 91240002.

Faktaboks

Slusepraksis marts 2022 for Slusen ved Thorsminde, Nissum Fjord

1. Vandstanden i fjorden overstiger ikke + 0,20 m DVR90 og er ikke under – 0,1 m DVR90.
2. Minimumsvandstanden holdes i perioden 15. marts til 1. juli i intervallet 0 – +0,10 m DVR90.
3. Vandstanden styres efter et beregnet simpelt gennemsnit af vandstandene ved de tre vandstandsmålere i fjorden.
4. Saltholdigheden i Yder Fjord holdes i perioden maj til september i intervallet 12-20 promille.
5. Resten af året holdes saltholdigheden under 20 og gerne over 6 promille.
6. Saltholdigheden styres efter et vægtet gennemsnit af målinger fra Yder Fjord
7. Indtil målet for saltholdigheden er opnået, skal det prioriteres, at der lukkes saltvand ind i fjorden,

2. HYDROGRAFI

selv ved lave vindhastigheder. Når målet er opnået vedligeholdes saltholdigheden ved indslusning fortrinsvist ved udsigt til vindhastigheder, som sikrer en hurtigt opblanding.

8. I situationer hvor det er nødvendigt at prioritere mellem at opfylde vandstands- eller saltholdighedskravene, prioriteres vandstand over saltholdighed

9. Der opretholdes en lokkestrøm gennem slusen for at tilgodese vandrefiskenes muligheder for at finde gennem slusen ind og ud af fjorden.

10. Besejling og oprensning af indsejlingen i havnen kræver, at man i perioder holder slusen lukket ligesom slusen lukkes under storm og kraftigt højvande.

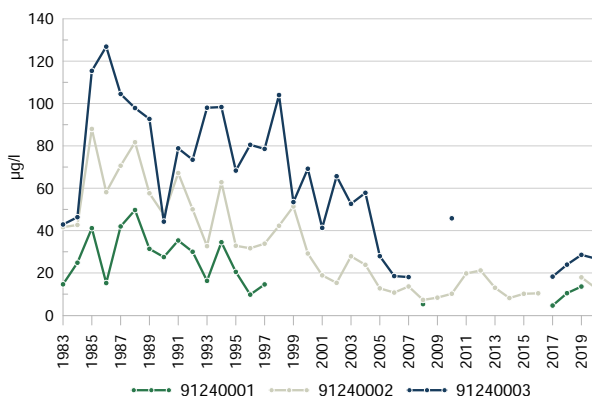
Tillægspraksis: Ved vendestrøm (+/-10 cm i forhold til fjorden) åbnes så vidt muligt alle porte (herunder gennemsejlingsporten) minimum 1 gang i døgnet for at tilgodese fiskepassagen.

MILJØTILSTAND NISSUM FJORD

3

Miljøtilstanden er behandlet særskilt for de tre delområder i kap. 4-6, og i dette kapitel er der set på den overordnede udvikling og sammenligning mellem delområderne.

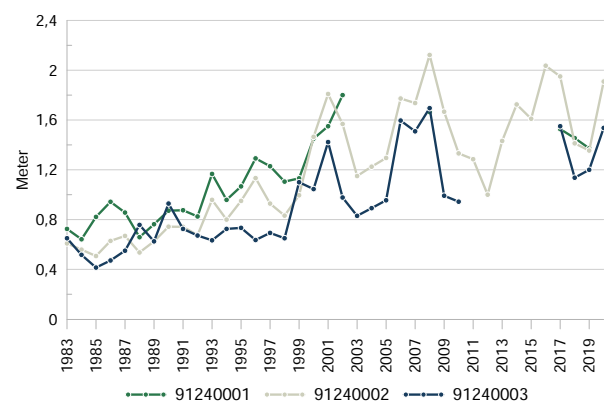
Miljøtilstanden i Nissum Fjord er siden 1980'erne blevet kraftigt forbedret, men dette var på baggrund af en meget ringe tilstand i 80'erne og 90'erne. Klorofylniveauet (proxy for planktonalger) er faldet markant i alle tre delområdet (Figur 3.1). De seneste 3 år har sommermiddel (maj til september) for klorofyl ligget på 10-30 µg/l, hvilket stadig er betydeligt over målet i Vandområdeplanerne, men stadig et stort fald fra niveauer på 20-120 µg i 80'erne. De højeste niveauer ses i Felsted Kog og de laveste i Yder Fjord, hvilket afspejler, at Felsted Kog tilføres størstedelen af næringstofferne fra oplandet, mens Yder Fjord har et direkte vandskifte med Vesterhavet



Figur 3.1 Sommergennemsnit (maj-sep) af klorofyl-koncentrationen (µg/l) pr. år for stationerne 91240001, 91240002 og 91240003.

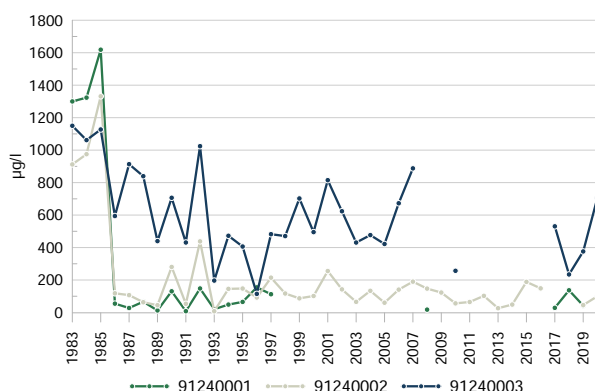
Som følge af færre alger er vandet blevet mere klart og sommersigtedybden er øget fra ca. ½ m i 80'erne til 1,2-2 m de seneste år (Figur 3.2). Sigtedybden giver dog ikke et helt reelt billede af vandets klarhed

fordi der er på flere målinger er sigt bunden. Dette er udtalt i Yderfjord hvor der sommeren gennem er sigt til bunden på de fleste målinger. Dette er ikke tilfældet i de to andre delområder (figur 1.3 og 1.4 i bilag).

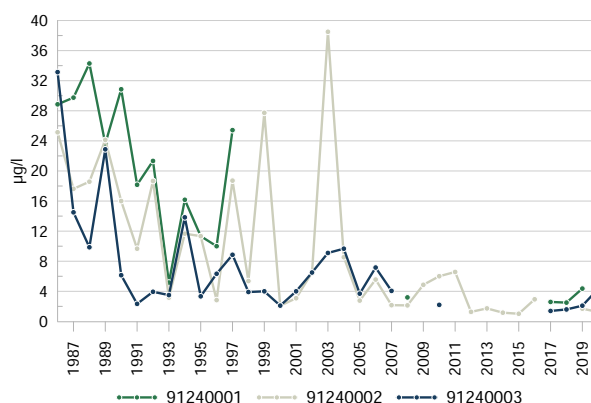


Figur 3.2 Sommergennemsnit (maj-sep) af sigtedybden (meter) pr. år for stationerne 91240001, 91240002 og 91240003.

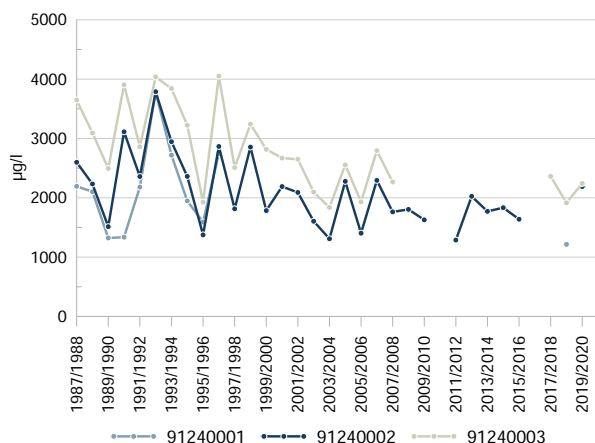
Indholdet af uorganisk kvælstof (DIN) er på ret høje niveauer i fjorden i forhold til mange danske kystvande og afspejler det faktum, at fjorden har et meget stort opland og vandudskiftningen til det åbne farvand ikke sker ved en bred rand. Vinterkoncentrationen er faldet fra niveauer på 2000-4000 µg/l DIN til nu at ligge omkring 2000 µg/l (Figur 3.4). Sommerkoncentrationen er også generelt høje, særligt i Felsted Kog og Mellem Fjord, hvor niveauer også de senere år er over det potentielt begrænsende niveau på 28 µg/l (Figur 3.3).



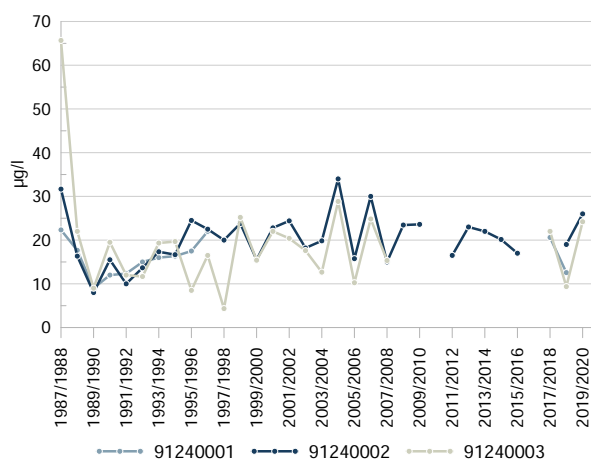
Figur 3.3 Sommergennemsnit (maj-sep) af DIN-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) pr. år for stationerne 91240001, 91240002 og 91240003.



Figur 3.5 Sommergennemsnit (maj-sep) af orthofosfat-P-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) pr. år for stationerne 91240001, 91240002 og 91240003.



Figur 3.4 Vintergennemsnit (nov-jan) af DIN-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) pr. agrohydrologisk år for stationerne 91240001, 91240002 og 91240003.



Figur 3.6 Vintergennemsnit (nov-jan) af orthofosfat-P-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) pr. agrohydrologisk år for stationerne 91240001, 91240002 og 91240003.

Indholdet af orthofosfat er om sommeren faldet markant i fjorden, fra niveauer på 15-30 $\mu\text{g/l}$ til i dag niveauer under 6 mg/l (Figur 3.5). Et tilsvarende fald ses ikke om vinteren (Figur 3.6). Dog ses noget højere værdier på de første målinger fra 1987/88. Når indholdet af orthofosfat om sommeren falder skyldes det formentligt en forsinket effekt af de reduktioner i spildevand som er sket 80'erne. Man taler om at fjordens sediment aflaster i en periode. Denne periode syntes at vare fra omkring 1988 til 1999, dvs i størrelsesorden 10 år. Efterfølgende er der også et mindre fald i niveauet om sommeren. Dette fald kan dels skyldes aflastning af sedimentet, men også skyldes yderligere tiltag i oplandet fra punktkilder.

Orthofosfat er potentielt begrænsende for væksten af alger ved ca. 6 $\mu\text{g/l}$ eller derunder. Der er imidlertid en vigtig pointe, som er gældende for de to vestjyske fjorde Ringkøbing og Nissum. Der er mere orthofosfat tilgængeligt til algerne end data antyder. Dette skyldes, at orthofosfat binder sig i lette forbindelse til partikler i vandet og i sedimentet. Når det blæser bringes partiklerne op i vandsøjlen og orthofosfaten går direkte fra partikler til alger og kan derfor ikke måles som "frit" orthofosfat (REF). Dette er særligt gældende for de to vestjyske fjorde pga. jernholdige partikler i fjorden og pga. hyppig resuspension af partikler fra sediment til vandfase. Hovedpointen er at der er knap så meget fosforbe-

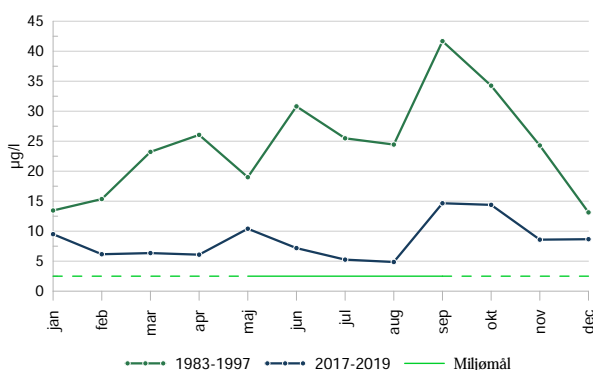
3. MILJØTILSTAND NISSUM FJORD

grænsning som data antyder.

MILJØTILSTAND station 91240001

4

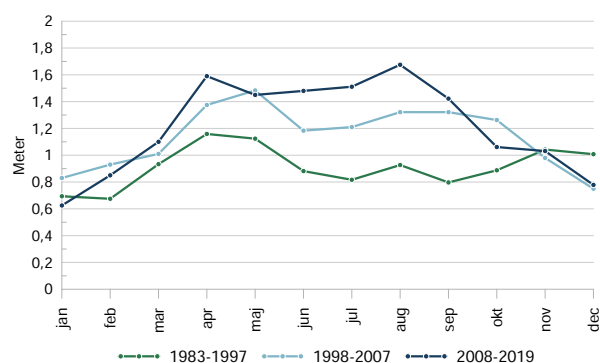
Miljøtilstanden i Yder Fjord er vurderet på baggrund af målinger i perioden 1983-1997 og igen de sidste tre år, hvor målingerne er genoptaget. Klorofyl-niveauet varierer hen over sommeren på mellem 5 og 15 $\mu\text{g/l}$, set som et middel over de sidste 3 år. Det er markant under niveauet fra tidligere, som lå på 15-40 $\mu\text{g/l}$ (Figur 4.1). Miljømålet er i Vandområdeplanerne 2021-27 (VP3) fastsat til 2,5 $\mu\text{g/l}$, mens det i forrige vandområdeplaner 2015-2021 (VP2) var fastsat til 8 $\mu\text{g/l}$. Tilstanden i VP3 er derfor "dårlig", som er den laveste kategori i vandområdeplanerne.



Figur 4.1 Gennemsnit af klorofylkoncentrationen ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis i perioderne 1983-1997 og 2017-2019 for station 91240001. Miljømålet for koncentrationen af sommerklorofyl (maj-sep) er 2,5 $\mu\text{g/l}$.

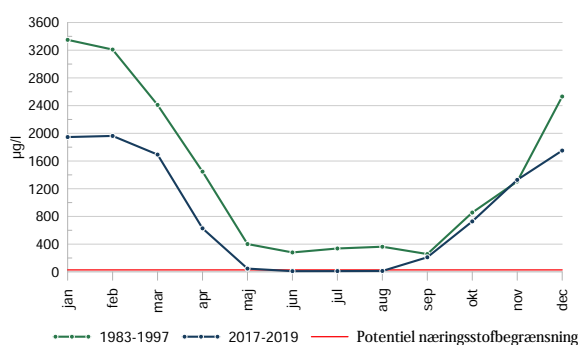
Sigt dybden er steget, som følge af færre alger, og der er i dag sigt til bunden for flertallet af målingerne i sommerperioden (figur 1.3 og 1.4 i bilag). Vandet er således derfor reelt mere klart end sigt dybdemålingerne indikerer (Figur 4.2). Sigtdybden er steget fra knap en 1 m i 1980/90'erne til ca. 1,5 m i dag jf. målinger, men er reelt højere. Vandets klarhed er afgørende for at ålegræs og havgræsser kan vokse ud til en specifik dybde. I VP3 er målet for ålegræsset dybdegrænse fastsat til 4 m, mens det i VP2 var fastsat til 2 m. Målet for dybdegrænsen er fastsat

til større dybde end vanddybden i Yder Fjord. Det er muligt at den nuværende sigt dybde understøtter, at vegetationen kan gro ud til største dybde i Yderfjord, men det kræver en nærmere undersøgelse af lysforholdene.

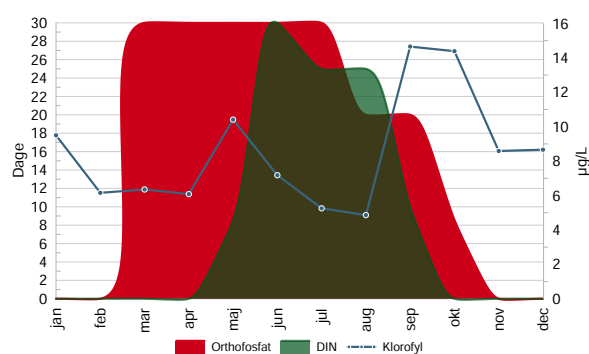


Figur 4.2 Gennemsnit af sigt dybden (meter) på månedsbasis i perioderne 1983-1997, 1998-2007 og 2017-2019 for station 91240001. Bemærk, at der ikke er data fra 2003-2007 samt 2009-2016.

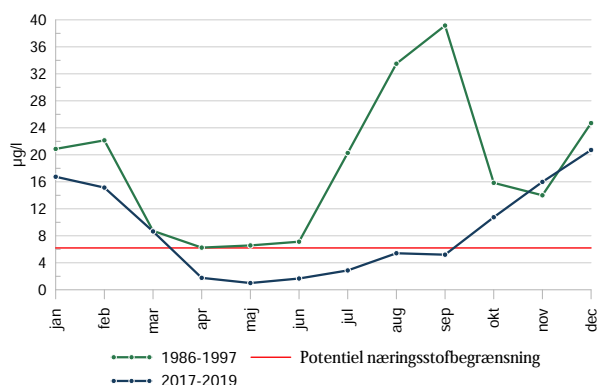
Indholdet af uorganiske næringsstoffer er faldet til et niveau, hvor både kvælstof og fosfor er potentielt begrænsende. Uorganisk kvælstof (DIN) begrænser potentielt væksten af alger fra maj til august (Figur 4.3), mens orthofosfat potentielt begrænser væksten fra april til september (Figur 4.4).



Figur 4.3 Gennemsnit af DIN-koncentrationen (µg/l) på månedsbasis i perioderne 1983-1997 og 2017-2019 for station 91240001. Den potentielle næringsstofbegrænsning for DIN er 28 µg/l. Bemærk, at perioden 2017-2019 er under det begrænsende niveau i månederne juni, juli og august.



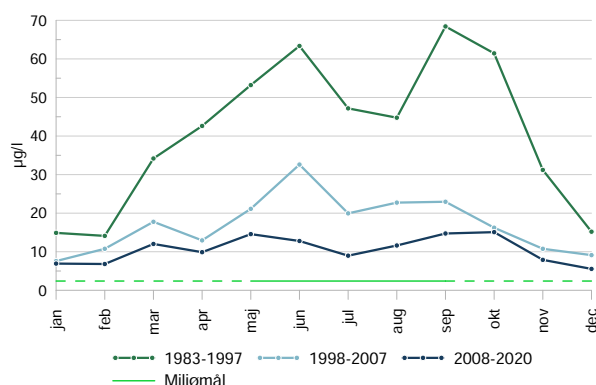
Figur 4.5 Antallet af dage med fosfor- og kvælstofbegrænsning på månedsbasis som et gennemsnit af perioden 2017-2019 (Y-akse) og den gennemsnitlige koncentration af klorofyl (µg/l) på månedsbasis for perioden 2017-2019 (Z-akse) for station 91240001. Bemærk, at gennemsnittet ikke er baseret på meget data grundet de få år.



Figur 4.4 Gennemsnit af orthofosfat-P-koncentrationen (µg/l) på månedsbasis i perioderne 1986-1997 og 2017-2019 for station 91240001. Den potentielle næringsstofbegrænsning for orthofosfat-P er 6,2 µg/l.

Perioderne med kvælstof- og fosforbegrænsning kan også beskrives ved antal dage pr. måned hvor der er målt hhv. fosforbegrænsning eller kvælstofbegrænsning ((Figur 4.5). Det er dog væsentligt at notere at data overestimerer fosforbegrænsningen, grundet de specifikke forhold i Nissum Fjord (se kap.3 sidste afsnit)

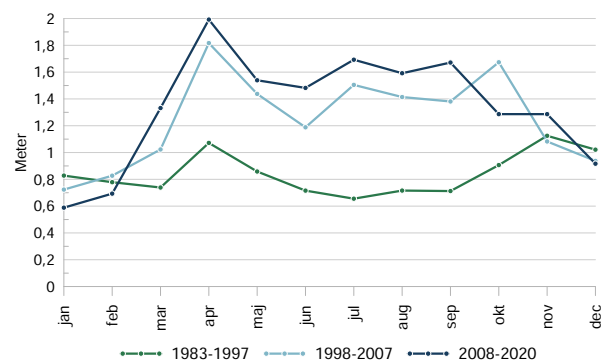
Miljøtilstanden i Mellemfjord er vurderet på baggrund af en ubrudt tidsserie siden 1983. Klorofylniveauet varierer hen over sommeren på mellem 10 og 15 µg/l set som et middel fra 2008-2020. Det er markant under niveauet fra tidligere, som lå på 40-70 µg/l (Figur 5.1). Miljømålet er i Vandområdeplanerne 2021-27 (VP3) fastsat til 2,4 µg/l, mens det i tidligere vandområdeplaner 2015-2021 (VP2) var fastsat til 8 µg/l. Tilstanden i VP3 er derfor "dårlig", som er den laveste kategori i vandområdeplanerne.



Figur 5.1 Gennemsnit af klorofylkoncentrationen (µg/l) på månedsbasis i perioderne 1983-1997, 1998-2007 og 2008-2020 for station 91240002. Miljømålet for koncentrationen af sommerklorofyl (maj-sep) er 2,4 µg/l.

Sigt dybden er steget, som følge af færre alger, og der er i dag sigt til bunden på enkelte af målingerne i sommerperioden (figur 1.3 og 1.4 i bilag). Vandet er således derfor marginalt mere klart end sigt dybdemålingerne indikerer. (Figur 5.2). Sigtdybden er steget fra knap 60-70 cm i 1980/90'erne til ca. 1,6 m i dag jf. målinger, men er reelt lidt lidt højere. Vandets klarhed er afgørende for at ålegræs og havgræsser kan vokse ud til en specifik dybde. I VP3 er målet for havgræssernes dybdegrænse fastsat til 4,3 m, mens der i VP2 ikke var fastsat et mål, fordi der ikke kan gro ålegræs i Mellemfjord, men

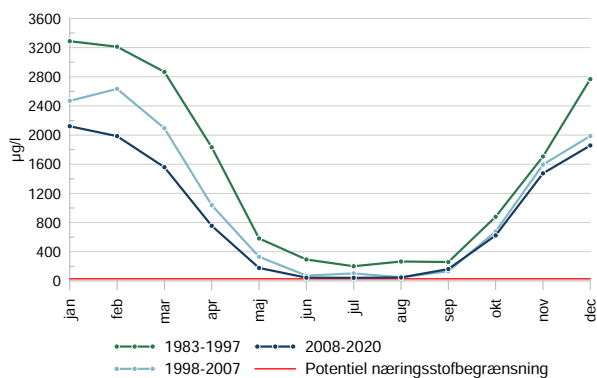
kun andre havgræsser og disse andre havgræsser var ikke inkluderet i VP2. Den nuværende sigt dybde understøtter ikke, at vegetationen kan gro ud til største dybde i Mellemfjord (2-2,5 m) og lever langt fra op til at vandet skal være klart nok til at vegetationen kan vokse ud på 4,3 m selv om det er en teoretisk dybdegrænse.



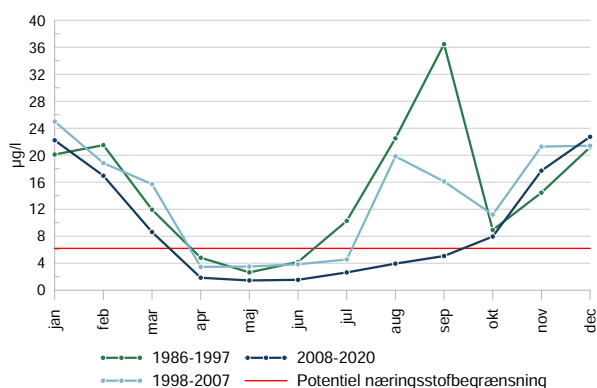
Figur 5.2 Gennemsnit af sigt dybden (meter) på månedsbasis i perioderne 1983-1997, 1998-2007 og 2008-2020 for station 91240002.

Indholdet af uorganiske næringsstoffer er faldet betydeligt siden 80'erne. Uorganisk kvælstof (DIN) er kun under det begrænsende niveau på 28 µg/l i enkelte målinger og ikke som et middel for perioden 2008-2020. Her ligger de laveste niveauer i sommermånedene på lige over 40 µg/l (Figur 5.3). Orthofosfat begrænser potentielt væksten af alger fra april til september (Figur 5.4), og der er således ingen tvivl om at forbedringen i vandmiljøet primært er drevet af reduktion i fosfor og fosforbegrænsning. Sommerniveauerne er DIN lå 80'erne på 200 µg/l eller derover, hvilket er langt fra begrænsning. Hvis kvælstof skal spille en betydelig rolle for begrænsning af algevæksten skal der ske en ca. halvering af koncentrationen af DIN i Mellemfjord. Vinterkoncentrationerne er knap halveret fra 3200 µg/l til 2000 µg/l, mens sommerkoncentrationerne er faldet fra

200 til 40 $\mu\text{g/l}$ dvs. med mere end 75 %. Der er således ikke en relation mellem fald i tilførsler fra oplandet og faldet i sommerkoncentrationer af DIN

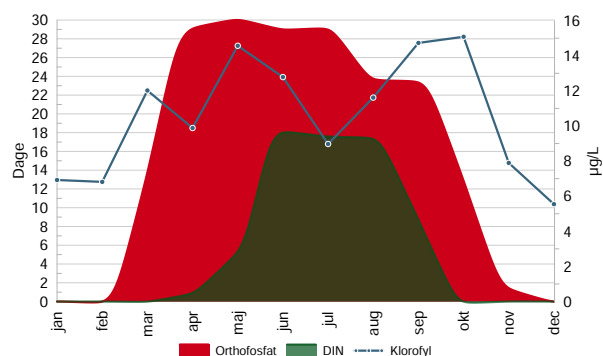


Figur 5.3 Gennemsnit af DIN-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis i perioderne 1983-1997, 1998-2007 og 2008-2020 for station 91240002. Den potentielle næringsstofbegrænsning for DIN er 28 $\mu\text{g/l}$. Bemærk, at ingen af perioderne kommer under det begrænsende niveau, og at niveauet for månederne juni, juli og august ligger i den sidste periode 2008-2020 på lige over 40 $\mu\text{g/l}$.



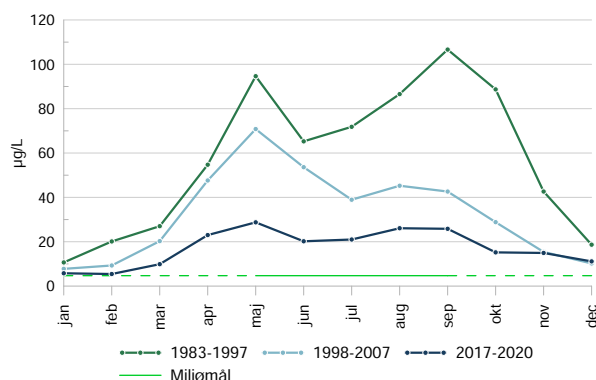
Figur 5.4 Gennemsnit af orthofosfat-P-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis i perioderne 1986-1997, 1998-2007 og 2008-2020 for station 91240002. Den potentielle næringsstofbegrænsning for orthofosfat-P er 6,2 $\mu\text{g/l}$.

Perioderne med kvælstof- og fosforbegrænsning kan også beskrives ved antal dage pr. måned hvor der er målt hhv. fosforbegrænsning eller kvælstofbegrænsning ((Figur 5.5). Det er dog væsentligt at notere at data overestimerer fosforbegrænsningen, grundet de specifikke forhold i Nissum Fjord (se kap.3 sidste afsnit)



Figur 5.5 Antallet af dage med fosfor- og kvælstofbegrænsning på månedsbasis som et gennemsnit af perioden 2008-2020 (Y-akse) og den gennemsnitlige koncentration af klorofyl ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis for perioden 2008-2020 (Z-akse) for station 91240002.

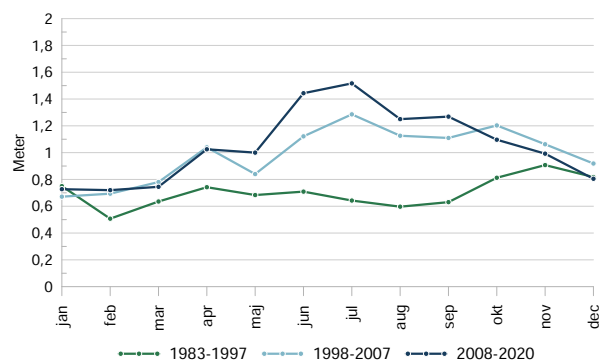
Miljøtilstanden i Felsted Kog er vurderet på baggrund af en tidsserie siden 1983 dog afbrudt af en 8 årsperiode 2008-2016 uden målinger. Klorofylniveauet varierer hen over sommeren på mellem 20 og 30 µg/l set som et middel fra 2017-2020. Det er markant under niveauet fra tidligere, som lå på 60-100 µg/l i 1980/90'erne (Figur 6.1). Miljømålet er i Vandområdeplanerne 2021-27 (VP3) fastsat til 4,7 µg/l, mens det i forrige vandområdeplaner 2015-2021 (VP2) var fastsat til 8 µg/l. Tilstanden i VP3 er derfor "dårlig", som er den laveste kategori i vandområdeplanerne.



Figur 6.1 Gennemsnit af klorofylkoncentrationen (µg/l) på månedsbasis i perioderne 1983-1997, 1998-2007 og 2017-2020 for station 91240003. Miljømålet for koncentrationen af sommerklorofyl (maj-sep) er 4,7 µg/l.

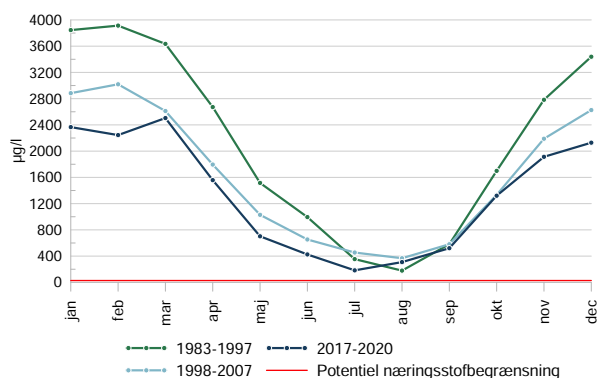
Sigtdybden er steget fra knap 60-70 cm i 1980/90'erne til ca. 1-1,6 m i dag, som følge af færre alger (Figur 6.2). Vandets klarhed er afgørende for at havgræsser kan vokse ud til en specifik dybde. I VP3 er målet for bundplanternes dybdegrænse fastsat til 4,3 m, mens der i VP2 ikke var fastsat et mål, fordi der ikke kan gro ålegræs i Felsted Kog, men kun andre bundplanter og disse andre planter var ikke inkluderet i VP2. Den nuværende sigtdybde understøtter ikke, at vegetationen kan gro ud til største

dybde i Mellemfjord (2-2,5 m) og lever langt fra op til at vandet skal være klart nok til at vegetationen kan vokse ud på 4,3 m selv om det er en teoretisk dybdegrænse.

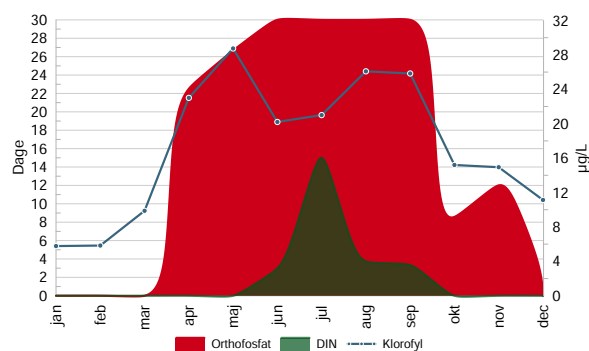


Figur 6.2 Gennemsnit af sigtdybden (meter) på månedsbasis i perioderne 1983-1997, 1998-2007 og 2008-2020 for station 91240003. Bemærk, at der ikke er data i årene 2011-2016.

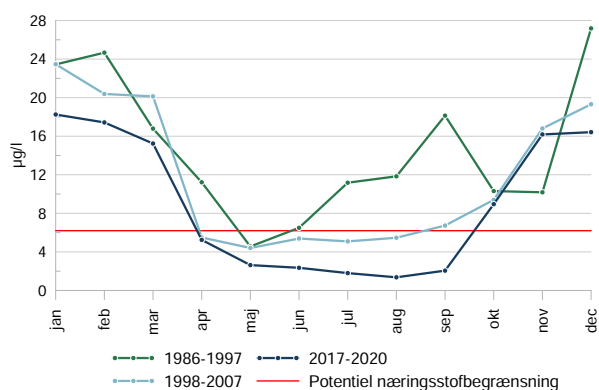
Indholdet af uorganiske næringsstoffer er faldet betydeligt siden 80'erne. Uorganisk kvælstof (DIN) er kun under det begrænsende niveau på 28 µg/l i ganske få målinger og ikke som et middel for perioden 2008-2020. Her ligger de laveste niveauer i sommermånederne på lige over 200-300 µg/l (Figur 6.3) og dermed langt over det potentielt begrænsende niveau. Orthofosfat begrænser potentielt væksten af alger fra april til september (Figur 6.4), og der er således ingen tvivl om at forbedringen i vandmiljøet er drevet af reduktion i fosfor og fosforbegrænsning. Sommerniveauerne af DIN lå 80'erne på nogenlunde samme niveau som i dag (200-300 µg/l), og set i lyset af at der ikke er sket et fald over denne periode er det usandsynligt af DIN kommer til at spille en rolle i forhold til at begrænse væksten af alger.



Figur 6.3 Gennemsnit af DIN-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis i perioderne 1983-1997, 1998-2007 og 2017-2020 for station 91240003. Den potentielle næringsstofbegrænsning for DIN er $28 \mu\text{g/l}$. Bemærk, at ingen af perioderne kommer under det begrænsende niveau.



Figur 6.5 Antallet af dage med fosfor- og kvælstofbegrænsning på månedsbasis som et gennemsnit af perioden 2017-2020 (Y-akse) og den gennemsnitlige koncentration af klorofyl ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis for perioden 2017-2020 (Z-akse) for station 91240003. Bemærk, at gennemsnittet ikke er baseret på meget data grundet de få år.



Figur 6.4 Gennemsnit af orthofosfat-P-koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) på månedsbasis i perioderne 1986-1997, 1998-2007 og 2017-2020 for station 91240003. Den potentielle næringsstofbegrænsning for orthofosfat-P er $6,2 \mu\text{g/l}$.

Perioderne med kvælstof- og fosforbegrænsning kan også beskrives ved antal dage pr. måned hvor der er målt hhv. fosforbegrænsning eller kvælstofbegrænsning ((Figur 6.5). Det er dog væsentligt at notere at data overestimerer fosforbegrænsningen, grundet de specifikke forhold i Nissum Fjord (se kap.3 sidste afsnit)

Nisum Fjord er inddelt i tre mindre vandområder adskilt af små render, hvilket medfører at saltholdigheden og miljøtilstanden er forskellig i de tre områder. Tilstanden er bedst i Yderfjord med kontakt til slusen og bliver gradvist forringet gennem Mellemfjord og ind til Felsted Kog som får tilført en meget stor mængde vand fra oplandet som udgør 70 % af det samlede opland. Miljøtilstanden er blevet forbedret meget siden 1980'erne, hvor der var meget høje niveauer af planktonalger i fjorden. Forbedringen er sket som følge af næringsstofreduktioner fra oplandet. I Felsted Kog og Mellemfjord er forbedringen drevet af reduktioner i fosfortilførslen, mens det i Yderfjord er en kombination af mindsket tilførsel af fosfor og kvælstof, som har ført til forbedringer. Vandtilførslen til Felsted Kog er i forhold til andre danske fjorde meget stor, og på trods af relativt lave nitratkoncentrationer i Storåen, vil kvælstof ikke kunne blive begrænsende for væksten af alger i Felsted Kog, pga. af de store tilførte vandmængder. Yderligere kvælstofreduktioner vil måske kunne påvirke Mellemfjord positivt, og i Yderfjorden vil kvælstofreduktioner bidrage til den kvælstofbegrænsning som allerede eksisterer, og derved mindske væksten af alger. Yderligere reduktion af fosfor vil kunne forbedre tilstanden i alle dele af fjorden, men der vil formentligt være ca. 10 års forsinkelse mellem fosforreduktioner og miljøeffekten. Opholdstiden i fjorden, på ca. 20 dage om vinteren og 40 dage om sommeren, betyder at vinterens nitrat bliver skyllet ud af fjorden inden det bliver sommer, mens dette ikke i samme omfang er tilfældet for fosfor og organisk bundet kvælstof, som i højere grad tilføres som partikler og derfor sedimenterer i fjorden og kan bidrage til algevækst om sommeren (Fenchel 2006). Forbedringer af miljøtilstanden ved næringsstofreduktioner skal derfor ske ved reduktioner af fosfor og organisk stof hele året, mens nitratreduktioner skal fokuseres til sommerhalvåret. Slusen spiller en stor rolle for miljøtilstanden i fjorden. Vandudskiftningen medfører i første omgang en mindskelse af næringsstofniveauet primært i Yderfjorden via en fortyndingseffekt. Men derudover påvirker høje udsving i saltholdighed dyr og planter negativt og endvidere kan indslusningen af tungere saltvand fra Vesterhavet føre til iltvind og frigivelse af næringsstoffer fra sedimentet. Styring af slusen og den fastsatte slusepraksis er derfor vigtig for miljøtilstanden. Svingninger i saltholdigheden medfører at fx sandmuslingen ikke kan overleve i fjorden. Sandmuslingen har stor betydningen for filtration af alger i Ringkøbing Fjord, men i Nisum Fjord bliver saltholdigheden oftest for lav om vinteren til at muslingerne kan overleve. Andre bunddyr som børsteorme, der ligeledes filtrer vandet kan også blive negativt påvirket af svingninger mellem fersk og brakvand. Bundplanter har stor betydning for miljøtilstanden, fordi de kan fjerne næringsstoffer og partikler fra vandet (Orth 2012). Beskrivelser af bundvegetation i 1950'erne (Salomonsen 1957) fortæller at store dele af yderfjorden var dækket af ålegræs. Bundplanterne stresses ligeledes af for store svingninger i saltholdigheden. Sommersaltholdigheden var i 1950'erne omkring 15-17 promille i Yderfjorden (Gertz 2006) og understøttede således udbredt ålegræs i Yderfjorden. Senere, fra omkring 1970, blev saltholdigheden højere i fjorden, hvilket tyder på en aktiv ændring af slusepraksis mod en større vandudskiftning. Dette kan have været for at imødegå tiltagende eutrofiering, ved at øge vandfortyndingen, men kan have haft negative konsekvenser for vegetationen i fjorden pga. af øgede

svingninger. Bundplanterne i Mellemfjord og Felsted er andre arter fx er ferskvandplanterne i Felsted Kog følsomme for øget saltholdighed. Data for saltholdigheden peger på, at saltholdigheden om sommeren igen er mindsket siden omkring 2006, og er i den lave ende af intervallet fastsat i sluseudvalget (se faktaboks side 10), hvilket må vurderes at være til fordel for fjorden. En anden, men mere vanskelig, mulighed for mindske svingninger i saltholdighed er ved at øge saltholdigheden om vinteren. Dette vil kræve, at slusen køres med højere vandstandsforskel mellem hav og fjord for at øge gennemstrømningen. Dette vil formentligt kræve øget vedligeholdelse af sluseområdet, pga. risiko for undergravning af slusebygningerne. Det vil derudover formentligt også kræve, at man tillader højere vandstand i fjorden om vinteren, hvilket vil kræve en undersøgelse af potentielle ulemper for lodsejere pga. vådere arealer ved fjorden, og en evt. udtagning af jord. Endeligt vil der være en mulighed for pumpeløsning, som kan undersøges. Tilførslen af vand i vintermånederne er 20-40 m³/s, hvilket vil være størrelsesordenen for kapaciteten for en evt. pumpe.

Miljøtilstanden i fjorden er beskrevet i vandområdeplanerne. Hele fjorden er i VP3 karakteriseret som "dårlig" både hvad angår bundplanter og klorofyl (proxy for planktonalger), men er i "god" tilstand hvad angår bundfauna. I forrige vandområdeplaner (VP2) var billedet helt anderledes. Her var Yderfjorden karakteriseret som værende i "høj" tilstand, hvad angår klorofyl og resten værende i ringe tilstand. I VP2 var bundplanter i "ringe" tilstand i Yderfjorden (ikke målsat i resten af fjorden, og bundfaunaen var i moderat tilstand. Disse ændringer fx at klorofyl går fra bedste kategori "høj" til laveste kategori "dårlig" i Yderfjorden fra VP2 til VP3 dækker ikke over reelle forringelser i miljøtilstanden. Fjorden er ikke kommet i ringere tilstand, men formentligt en status quo eller måske svage forbedringer. Det som har ændret vurderingen i vandområdeplanerne fra VP2 til VP3 er ændring af målstregen. Miljøstyrelsen har øget kravet ret voldsomt. Klorofyl skulle i VP2 nå et mål på 8 µg/l og nu skal det være mellem 2,4 og 4,7 µg/l. Tilsvarende er målet for bundplanternes dybdegrænse øget fra 2 m til mellem 4 og 4,3 m. Besynderligt nok med det mest lempelige mål (4 m) i Yderfjorden. Målet for ålegræsset dybdegrænse er således større end vanddybden i fjorden, hvor det dybeste sted i fjorden er 3 m og generelt er fjorden ikke dybere end 2-2,5 m. Baggrunden for at fastsætte dybdegrænsen er en teoretisk modelberegning (Timmermann 2020), som baserer sig på historiske ålegræs observationer. Det er SEGES vurdering, at denne model er uegnet til at modellere ålegræsdybdegrænser i en lavvandet vestjysk fjord med stor vindeksponering. Under alle omstændigheder bør man ikke have et mål om ålegræsdybde der er større end vanddybden. Det som Miljøstyrelsen reelt gør, er at beregne et mål for vandets klarhed. Men dette er en fysisk støtteparameter og ikke et biologisk mål for ålegræs. Et fornuftigt og realistisk mål for bundvegetationen i fjorden er udbredt plantedække ud til 2,5 til 3 m. I forhold til denne målsætning bør man tage hensyn til at bundplanterne kan blive stresset af indsluset vand, lagdeling og under uheldige omstændigheder iltvind på de dybeste steder som følge af lagdeling. Klorofylmålene i VP3 på 2,4-4 mg/l må siges at være meget lave i forhold til sammenlignelige vandområder. Tilsvarende lukkede vandområder med stor opland og grundvandfødte vandløb i Jylland er fx Halkjær Bredning og Hjarbæk Fjord. Her er klorofylmålene hhv. 7,4 mg/l og 7,5 µg/l. Ringkøbing Fjord kan ikke umiddelbart sammenlignes pga. sandmuslingernes filtration. Det er SEGES vurdering, at målenes fastsættelse er for teoretiske og baserede på modeller der mangler reel viden om området og det må anbefales at målene revurderes. Foruden styring af slusen og reduktion af næringsstoffer fra oplandet, kan især aktiv hjælp til reetablering af bundvegetationen være til stor gavn for miljøtilstanden. Storskala udplantning af bundplanter eller såning vil medvirke til en positiv spiral

7. DISKUSSION

hen imod en bedre tilstand, fordi bundplanter effektivt binder næringsstoffer og fjerner partikler i vandet, dæmper bølgepåvirkning og øvrigt er helt afgørende vigtige som fødegrundlag for fugle og andre dyr. Hvorvidt det er muligt med tiden at etablere udbredt dække med bundplanter i Felsted Kog bør man nok undersøge nærmere. Problemet er tilførslen af vand, næringstoffer, partikler og humusstoffer er ret stor grundet det store opland. Ifølge beskrivelsen af Felsted Kog fra 1950'erne (Salomonsen 1957) var det "en mægtig rørsump", og man bør nok være realistisk med hvilken tilstand man kan forvente taget i betragtning at oplandet til Felsted Kog er en faktor 100 større end vandarealet, hvilket svarer til det forhold, som man anvender ved dimensionering af minivådområder.

Carstensen, J. 2021. Næringsstofkoncentrationer. I: Hansen J.W. & Høgslund S. (red.) 2021. Marine områder 2019. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 174 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 418. <https://dce2.au.dk/pub/SR418.pdf>

Fenchel 2006, Naturen i Danmark, Havet, 2006. 1. oplag. Redaktør Prof. Tom Fenchel, Hovedredaktør Prof. Kaj Sand-Jensen Kap 15. De frie vandmasser stofomsætning side 357 ved Matthias Middelboe, lektor KU og Michael Olesen lektor KU.

Gertz 2006, Nisum Fjord og opland - analyse af miljøtilstanden og næringsstoftransport. Ringkjøbing Amt november 2006. Flemming Gertz, Jens Wügler Hansen, Martha B. Laursen.

Nielsen, 2022: Morten Holtegaard Nielsen, "De hydrografiske forhold i Nisum Fjord" 2022, Marine Science Consulting ApS.

Orth 2012. Seed addition facilitates eelgrass recovery in a coastal bay system, Robert J. Orth*, Kenneth A. Moore, Scott R. Marion, David J. Wilcox, David B. Parrish Mar Ecol Prog Ser 448: 177–195, 2012, doi: 10.3354/meps09522

Salomonsen 1957. Nisum Fjord og knortegæssene, Finn Salomonsen

Timmermann K, Christensen JPA, & Erichsen A. 2020. Referenceværdier og grænseværdier for ålegræsdybdegrænser til brug for vandområdeplanerne. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - Videnskabelig rapport nr. 390. <http://dce2.au.dk/pub/SR390.pdf>

Timmermann, K, Christensen, J.P.A. & Erichsen, A. 2021. Establishing Chlorophyll-a reference conditions and boundary values applicable for the River Basin Management Plans 2021-2027. Aarhus University, DCE – Danish Centre for Environment and Energy, 32 pp. Scientific Report No. 461 <http://dce2.au.dk/pub/SR461.pdf>

KONTAKT OS

Flemming Gertz

Chefkonsulent

Geolog

M +45 30 92 17 63

E flg@seges.dk



Line Kolding Thostrup

Miljøkonsulent

Biolog

M +45 30 27 28 30

E likt@seges.dk



www.SEGES.dk

SEGES
INNOVATION